

明 細 書

電磁ダンパ制御装置

5 技術分野

本発明は、車両、建造物等に用いられる電磁ダンパの制御装置に関し、特に外部電源を加えることなく電磁ダンパの減衰力を制御することができる電磁ダンパ制御装置に関する。

10 背景技術

従来、電磁ダンパは相対伸縮可能に設けられたシリンダとアウターを有している。そして、シリンダの移動によって、シリンダに備えられたナットがねじ山を有するボール軸を回転させることによって、ボール軸に接続されたモータの回転によって発生した起電力を用いて、モータに流れる電流を制御して、減衰力を発生させている。

この電流を制御する電磁ダンパ制御装置としては、特開 2001-311452 号公報に示すように、モータから出力される電流をスイッチングするトランジスタのスイッチングのデューティ比を変化させることによって、電磁ダンパの誘導電圧を昇圧して、電磁ダンパに所望の減衰力が得られるようにしたものが提案されている。

しかし、前述した従来の電磁ダンパ制御装置では、このような制御をする制御回路を動作させるために、該制御回路に外部から電源を供給する必要があった。すなわち、電源が遮断した状態では減衰特性が得られない問題があった。また、モータに発生する電圧に基づいて、制御プログラムによってスイッチングトランジスタのデューティ比を変化させているので、電磁ダンパの減衰力を容易に変更することができなかった。

本発明は、外部からの電源を必要とせず、電磁ダンパに所望の減衰力を与えることができる電磁ダンパ制御装置を提供することを目的とする。

発明の開示

このため本発明では、磁石が取り付けられた第1部材と、ソレノイドが取り付けられた第2部材とが相対回転可能に組み合わされ、前記第1部材と前記第2部材との相対回転運動によってソレノイドにより誘起される電磁力を運動減衰力として利用する電磁ダンパ用の電磁ダンパ制御装置において、前記第1部材と前記第2部材との相対回転運動により前記ソレノイドに生じる電圧によって動作する電流制限素子を設け、前記電流制限素子は、前記ソレノイドに生じる電圧に基づいて、前記ソレノイドに流れる電流を所定の値に制御して、前記電磁ダンパの減衰力を制御する。

10 また、前記電磁ダンパ制御装置は、前記電流制限素子を備えた電流制限回路が複数並列に接続されて構成され、前記電流制限回路は、前記ソレノイドに流れる電流を所定の値に制御する電圧が異なって設定される。

15 また、前記電磁ダンパ制御装置は、定電圧を生成する定電圧素子と、前記ソレノイドに流れる電流を一定の値に制御する電流制限素子とを備えた電流制限回路を含んで構成され、前記ソレノイドに生じる電圧が所定の値に至ると前記定電圧素子が生成する一定の電圧を前記電流制限素子に加えて、前記電流制限素子に流れる電流を一定の値に制御する。

20 また、前記定電圧素子はシャントレギュレータで構成され、前記電流制限素子は電界効果トランジスタで構成されており、前記ソレノイドに生じる電圧が所定の値を超えると前記シャントレギュレータによって定電圧が生成され、該定電圧を前記電界効果トランジスタのゲートに加えて、前記電流制限素子のソース・ドレイン間に流れる電流を一定値に制御する。

また、前記電流制限回路には、前記定電圧素子が生成する定電圧を設定する設定回路を設けた。

25 また、前記定電圧素子を構成するシャントレギュレータは、少なくとも、高電圧側に接続される第1端子と、低電圧側に接続される第2端子と、前記シャントレギュレータの動作の基準電圧を与える基準電圧端子とを有し、前記電流制限回路には、前記基準電圧端子と前記第1端子又は前記第2端子との間に可変抵抗素子を接続して、前記シャントレギュレータが生成する定電圧を設定する設定回路

を設けた。

また、前記第 1 部材をステータとし、前記第 2 部材をロータとして構成したモータと、直線運動するシリンダと、前記シリンダに螺合する回転部材によって該直線運動を回転運動に変換する運動変換部材と、を備え、前記回転部材を前記ロータ又は前記ステータのいずれか一方に連結し、前記シリンダの移動によって前記モータを回転させ、前記ロータ・ステータ間に作用する電磁力を用いて減衰力を発生するようにし、第 8 の発明では、前記第 1 部材をステータとし、前記第 2 部材をロータとして構成したモータと、前記ロータ又は前記ステータのいずれか一方に連結されたアーム部材と、前記ロータ又はステータの他方に連結された固定部材と、前記アーム部材と前記固定部材との間に介装した補助ダンパと、を備える。

従って、本発明によれば、電磁ダンパ制御装置に外部から電源を加えることなく、簡単な回路構成で電磁ダンパの減衰力を制御することができる。

また、簡単な回路構成で電磁ダンパの減衰力を多段階に制御することができる。

また、アーム部材の揺動運動によってロータ又はステータの一方を回転させ、モータに作用する電磁力を用いて減衰力を発生するようにしたので、電磁ダンパの構成によらず、電磁ダンパに適切な減衰力を与えることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の電磁ダンパ制御装置が適用される電磁ダンパの構成を示す断面図である。

図 2 は、本発明の実施の形態の電磁ダンパ制御回路の回路図である。

図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態の電流制御回路の回路図である。

図 4 は、本発明の第 1 の実施の形態におけるモータ回転数と出力電圧 V_m との関係を示す特性図である。

図 5 は、本発明の第 1 の実施の形態におけるモータ出力電圧 V_m と分圧された電圧 V_1 との関係を示す特性図である。

図 6 は、本発明の第 1 の実施の形態における分圧された電圧 V_1 とゲート電圧

V 2 との関係を示す特性図である。

図 7 は、本発明の第 1 の実施の形態における F E T の特性図である。

図 8 は、本発明の第 1 の実施の形態の電磁ダンパ制御回路の特性図である。

図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態の電流制限回路モジュールの回路図である。
5

図 1 0 は、本発明の電磁ダンパ制御装置が適用される別な電磁ダンパの構成図である。

発明を実施するための最良の形態

10 以下、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の電磁ダンパ制御装置が適用される電磁ダンパの構成を示す断面図である。

シリンダ 1 が筒状のアウター 2 の内部を摺動可能に收容されることによって、ダンパが構成されている。シリンダ 1 には、内部にネジ溝が設けられたナット 3
15 が、シリンダ 1 との間で回転しないように取り付けられている。また、アウター 2 の内部にはネジ山が設けられた軸（ボールネジ） 4 が回転自在に取り付けられている、このナット 3 とボールネジ 4 とは互いのネジ溝とネジ山とが係合して、ナット 3 がボールネジ 4 を回転させながら、シリンダ 1 が筒状のアウター 2 の内部を摺動可能なように取り付けられている。ボールネジ 4 は直流モータ 5 の回転
20 軸に連結されている。モータ 5 は、内部に磁石とソレノイドを備えており、回転軸に設けられたソレノイドが磁石近傍を移動することで、ソレノイドにはモータの回転数に応じた誘導起電力が発生する。

すなわち、このように構成された電磁ダンパでは、シリンダ 1 がアウター 2 内部を軸方向に摺動することができる。シリンダ 1 がアウター 2 内部を移動すると、
25 ボールネジ 4 と係合したナット 3 がボールネジ 4 を回転させながら移動する。そして、ボールネジ 4 の回転によって、モータ 5 が回転してモータ 5 に誘導起電力が発生する。

次に、この電磁ダンパを自動車に適用した場合について説明する。自動車の車体側にアウター 2 を取り付け、サスペンション側にシリンダ 1 を取り付けて、自

動車に電磁ダンパを取り付ける。このとき、車体の上下運動はシリンダ 1 とアウター 2 との伸縮運動となり、車体の上下運動はボールネジ 4 の回転運動に変換される。そして、モータ 5 の回転軸が車体の上下運動に合わせて回転して、モータ 5 の回転軸（ボールネジ 4）の回転数に対応した誘導起電力がモータ 5 に発生する。よって、モータ 5 に電流が流れる。

この誘導起電力に起因してモータ 5 に流れる電流を制限することによって、モータ 5 の回転軸（ボールネジ 4）の回転方向と逆方向のトルクをモータ 5 に発生させることができる。この回転方向と逆方向のトルクは、電磁ダンパが発生する減衰力（荷重）となり、モータ 5 に流れる電流量を可変することで、電磁ダンパの減衰力を制御することができる。すなわち、モータ 5 に大きな電流が流れることを許容すれば、モータ 5 に発生する回転方向と逆方向のトルクは大きくなり、モータ 5 に小さな電流しか流れないように制限すれば、モータ 5 に発生する回転方向と逆方向のトルクは小さくなる。

このように、電磁ダンパは、モータ 5 をアクチュエータとして使用してシリンダ 1 を動作させる場合と、逆の動作をするものである。

このような電磁ダンパは、オイルダンパと比較して、シリンダの移動に基づくエネルギーを回生することができる利点がある。また、ダンパに特別なセンサを設けなくても、ダンパの動きを直接知ることができる（モータの回転数、回転方向によってダンパの動き（伸縮方向、伸缩量）を検出することができる）。また、ダンパに油を用いないことから、油漏れが生じないオイルレスダンパとすることができる。また、従来のオイルダンパに比べ、制御性がよく、セミアクティブサスペンション等への応用が容易である。また、ダンパの減衰力を容易に変更することができ、ダンパ用チューニングツールへの応用が期待できる。

図 2 は、本発明の実施の形態の電磁ダンパ制御回路の回路図である。

モータ 5 の出力電圧は電磁ダンパ制御回路 6 に入力されており、電磁ダンパ制御回路 6 がモータ 5 に流れる電流を制御して、電磁ダンパの減衰力が制御される。

電磁ダンパ制御回路 6 は、モータ 5 からの出力電流の向きをそろえる半波整流回路 7、電流制限回路 10、11 を逆電圧から保護する逆接続防止回路 8、9、

モータ 5 からの出力電流の大きさを制御する電流制御回路 10、11 によって構成される。

モータ 5 が正方向 (CW) に回転しているとき、モータ 5 には、端子 A を正とし端子 B を負とする起電力が発生しており、モータ 5 から出力される電流は I_{cw} 方向に流れる。この電流 I_{cw} は整流回路 7 を介して CW 側電流制御回路 10 に流れる (I_7)。また、モータ 5 から出力される電流 I_{cw} の一部は、整流回路 7 を介さずに逆接続防止回路 9 を流れて CW 側電流制御回路 10 に至る (I_9)。よって、正方向 (CW) に回転中のモータ 5 から出力される電流、すなわち CW 側電流制御回路 10 に流れる電流 I_{cw} は、

$$I_{cw} = I_7 + I_9$$

となり、電流 I_{cw} の大きさは CW 側電流制御回路 10 によって制御される。このとき逆接続防止回路 9 によって、CCW 側電流制御回路 11 には電流が流れないように保護されているので、CCW 側電流制御回路 11 は動作しない。

一方、モータ 5 が逆方向 (CCW) に回転しているとき、モータ 5 には、端子 B を正とし端子 A を負とする起電力が発生しており、モータ 5 から出力される電流は I_{ccw} 方向に流れる。この電流 I_{ccw} は整流回路 7 を介して CCW 側電流制御回路 11 に流れる (I_7)。また、モータ 5 から出力される電流 I_{ccw} の一部は、整流回路 7 を介さずに逆接続防止回路 8 を流れて CCW 側電流制御回路 11 に至る (I_8)。よって、正方向 (CCW) に回転中のモータ 5 から出力される電流、すなわち CCW 側電流制御回路 11 に流れる電流 I_{ccw} は、

$$I_{ccw} = I_7 + I_8$$

となり、電流 I_{ccw} の大きさは CCW 側電流制御回路 11 によって制御される。このとき逆接続防止回路 8 によって、CW 側電流制御回路 10 には電流が流れないように保護されているので、CW 側電流制御回路 10 は動作しない。

図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態の電流制御回路 10、11 の回路図である。

この電流制限回路 10、11 は、各々 3 つの電流制限回路モジュール 21、22、23 (図中破線で囲まれている) が並列に接続されて構成されている。この各電流制限回路モジュールは同じ動作をするので、第 1 電流制限回路モジュール

21の動作について説明し、他の電流制限回路モジュール22、23の動作の説明は省略する。

モータ5が正方向(CW)又は逆方向(CCW)に回転することにより発生した起電力は、電流制御回路10、11に電圧 V_m として加えられる。電流制限回路モジュール21の正負の端子間には V_m を分圧する抵抗器VR1が接続されている。第1の実施の形態では、抵抗器VR1は可変抵抗器によって構成されており、分圧比を変更できるようにして、抵抗器VR1によって分圧された電圧 V_1 を変えることができる。抵抗器VR1の可動接点と負側端子間にはシャントレギュレータRG1が接続されており、シャントレギュレータのアノード・カソード間の電圧を所定の基準電圧(レギュレート電圧) V_g1 より上昇させないように制御している。このシャントレギュレータには、例えば、テキサス・インスツルメンツ社のTL431を用いると好適である。

また、シャントレギュレータRG1には並列に抵抗器VR2が接続されている。抵抗器VR2は、シャントレギュレータのアノード・カソード間電圧を分圧して、電界効果トランジスタFET1のゲート電圧 V_2 を生成している。電界効果トランジスタFET1は電流制限回路モジュール21の正負端子間に接続されている。ゲート電圧 V_2 によって、FET1のソース・ドレイン間に流れる電流を制御して、電流制限回路モジュール21に流れる電流を制御する。この電界効果トランジスタには、応答速度が速いこと及びオン抵抗が小さいことから、パワーMOSFETを用いると好適である。

なお、シャントレギュレータRG1に代えてツェナーダイオードを使用してもよいが、レギュレート電圧(ツェナ電圧)のバラツキが大きく、温度変化によるツェナ電圧の変化が大きくなるので注意が必要である。

図4は、本発明の第1の実施の形態におけるモータ回転数と出力電圧 V_m との関係を示す特性図である。本図では横軸にモータ5の回転数を、縦軸にモータ5によって発生する出力電圧 V_m を表している。本図より、モータ5が回転すると、その発電作用によって、モータ5の回転数に比例した誘導起電力による出力電圧 V_m が発生することが分かる。

図5は、本発明の第1の実施の形態におけるモータ出力電圧 V_m と分圧された

電圧 V_1 との関係を示す特性図である。本図では横軸にモータ 5 によって発生する出力電圧 V_m を、縦軸に $V_R 1$ によって分圧された電圧 V_1 を表している。本図より、モータ 5 の回転によって、モータ 5 の出力電圧 V_m が徐々に高くなると、 $V_R 1$ によって設定された分圧比に従って V_1 も上昇し、さらにモータ 5 の出力電圧 V_m が増加する。そして、 V_1 がシャントレギュレータ $R_G 1$ のレギュレート電圧 V_{g1} に達すると、シャントレギュレータ $R_G 1$ の作用によって、 V_1 は一定電圧（レギュレート電圧） V_{g1} に抑えられることが分かる。

図中複数の線は、 $V_R 1$ によって設定される分圧比が変化することによる $V_1 - V_m$ 特性の変化を示し、図中右下の線ほど $V_R 1$ によって設定される分圧比（ V_1 / V_m ）が小さい。すなわち、分圧比が小さいほど、モータ 5 の出力電圧 V_m が同じであっても、 $V_R 1$ によって分圧されて生じる電圧 V_1 は低くなる。

図 6 は、本発明の第 1 の実施の形態における分圧された電圧 V_1 とゲート電圧 V_2 との関係を示す特性図である。本図では横軸に $V_R 1$ によって分圧された電圧 V_1 を、縦軸に $V_R 2$ によって分圧された電圧 V_2 を表している。本図より、モータ 5 の回転によって、モータ 5 の出力電圧 V_m が上昇し、 V_1 が徐々に高くなると、 $V_R 2$ によって設定された分圧比に従って V_2 も上昇する。そして、さらにモータ 5 の出力電圧 V_m が増加して、シャントレギュレータ $R_G 1$ の作用によって、 V_1 がレギュレート電圧 V_{g1} に抑えられると、 V_2 も $V_R 2$ によって設定された分圧比によって定められる電圧に抑えられることが分かる。

図中複数の線は、 $V_R 2$ によって設定される分圧比が変化することによる $V_2 - V_1$ 特性の変化を示し、図中右下の線ほど $V_R 2$ によって設定される分圧比（ V_2 / V_1 ）が小さい。すなわち、分圧比が小さいほど、 V_1 が同じであっても、 $V_R 2$ によって分圧されて生じる電圧 V_2 は低くなる。また、分圧比（ V_2 / V_1 ）が小さくなると、 V_1 が飽和したとき（ $V_1 = V_{g1}$ のとき）の電圧 V_2 が低くなる。

図 7 は、本発明の第 1 の実施の形態における電界効果トランジスタ（FET）の特性図である。本図では横軸にドレイン・ソース間電圧（モータの出力電圧 V_m ）を、縦軸にドレイン電流 I_1 を表している。図中複数の線はゲート電圧 V_2 によるドレイン電流 I_1 の変化を示し、上に描かれている線ほどゲート電圧（ V

2) は大きくなる。

本図によれば、本実施の形態のFETは、ゲート電圧 V_2 が高くなれば、飽和領域ではドレイン電流 I_1 が増加し、飽和領域ではドレイン・ソース間電圧 V_m によらず、ドレイン電流 I_1 はほぼ一定となる特性を有していることが分かる。
すなわち、ドレイン・ソース間電圧 V_m によらず、ゲート電圧 V_2 によってのみドレイン電流 I_1 が制御される。

以下、前述した構成を有する電流制限回路モジュール21の動作について説明する。

モータ5が回転すると、その発電作用によって誘導起電力が発生し、出力電圧 V_m が電流制限回路10、11（電流制限回路モジュール21）に加えられる。
この電流制限回路10、11に加えられる電圧 V_m はモータ5の回転数に比例する（図4）。シリンダ1がアウター2内を徐々に速度を増して移動して、モータ5の回転数が増加し、 V_m が徐々に高くなると、抵抗器 V_R1 によって分圧された V_1 は、抵抗器 V_R1 によって設定された分圧比に従って、電圧 V_m に比例して上昇する（図5）。これに伴い、FET1のゲート電圧 V_2 も、抵抗器 V_R2 によって設定された分圧比に従って、抵抗器 V_R1 によって分圧された電圧 V_1 に比例して上昇する（図6）。

さらに、モータ5の回転数が増加して、電流制限回路10、11に加わる出力電圧 V_m がさらに上昇しても、抵抗器 V_R1 によって分圧された電圧 V_1 がレギュレート電圧 V_{g1} に達した後は、シャントレギュレータ R_{G1} の作用によって、抵抗器 V_R1 によって分圧された電圧 V_1 はレギュレート電圧 V_{g1} に制限され飽和状態となる。同様に抵抗器 V_R2 によって分圧された電圧 V_2 も、レギュレート電圧 V_{g1} 及び V_R2 で設定される分圧比によって定まる上限値に制限され飽和状態となる。

V_2 はFET1のゲート電圧なので、ゲート電圧 V_2 が飽和していない状態では、ゲート電圧 V_2 に応じてドレイン電流 I_1 が流れる（図7）。すなわち、ゲート電圧 V_2 が上昇するとFET1のドレイン電流 I_1 が増加して、モータ5に流れる電流 I_{cw} を増加させる。なお、ゲート電圧 V_2 が極めて低い状態ではFET1は動作せず、FET1の動作点を越えるゲート電圧が加わるまでドレイン電

流 I_1 は流れない。また、ゲート電圧 V_2 が飽和した状態では、ゲート電圧 V_2 は一定の電圧となり、ドレイン電流 I_1 は一定値となる。

すなわち、電流制限回路 10、11 に加わるモータ 5 の出力電圧 V_m が低いとき (V_m を分圧して生成されたゲート電圧 V_2 が極めて低いとき) にはドレイン電流 I_1 は流れないが、モータの出力電圧 V_m (ゲート電圧 V_2) が上昇すると FET 1 のドレイン電流 I_1 が増加してモータ 5 に流れる電流 I_{cw} を増加させる。そして、モータの出力電圧 V_m がさらに上昇すると、ゲート電圧 V_2 は一定の電圧に飽和して、FET 1 のドレイン電流 I_1 も一定値となる。

図 8 は、電流制限回路 10、11 の特性図である。本図では横軸に電流制限回路に加えられる電圧 (モータの出力電圧 V_m) を、縦軸に電流制限回路 10 に流れる電流 I_{cw} (又は、電流制限回路 11 に流れる電流 I_{ccw}) を表している。

ドレイン電流 I_1 、 I_2 、 I_3 が飽和する点で、 I_{cw} に変曲点があり、各変曲点の位置は抵抗器 $VR_1 \sim VR_6$ によって、図上、上下左右に変更することができる。また、変曲点の数は電流制御回路内で並列に接続される電流制限回路モジュールの数によって変えることができる。

すなわち、電流制限回路モジュールの数を適宜調整することによって、変曲点の数を任意に変化させることができ、電流制限回路モジュール内の抵抗器 $VR_1 \sim VR_6$ の抵抗値を適宜調整することによって、変曲点の位置を任意に変化させることができる。よって、モータ 5 に流れる電流 I_{cw} を任意に制御して、モータ 5 に生じる回転方向と逆向きのトルクを制御することができる。

モータ 5 の回転数が増加すると、FET 1 のゲート電圧 V_2 が増加し、ドレイン電流 I_1 が増加する。そして、モータ 5 の回転数がさらに増加すると、FET 1 のゲート電圧 V_2 がレギュレート電圧 V_{g1} に制限されて、ドレイン電流 I_1 が一定の電流値に飽和する。モータの出力電圧 V_m が、ドレイン電流 I_1 の飽和値によって定める飽和電圧に達したときに (第 1 変曲点)、FET 2 のゲート電圧が動作点を超えるように可変抵抗 VR_3 を調整する。すなわち、電流制限回路モジュール 21 に流れる電流 (ドレイン電流 I_1) が飽和した後に、電流制限回路モジュール 22 に電流 (ドレイン電流 I_2) が流れ始めるように電流制限回路モジュール 22 を調整する。

よって、第1変曲点までの間は第1電流制限回路モジュールのみが動作して、FET1のドレイン電流 I_1 がモータ5に流れるので、モータ電流 I_{cw} は、

$$I_{cw} = I_1$$

となる。

- 5 さらに、第1変曲点から第2変曲点までの間は、第1電流制限回路モジュールに流れる電流は飽和しているが、第2電流制限回路モジュールが動作して、FET2のドレイン電流 I_2 もモータ5に流れるので、モータ電流 I_{cw} は、

$$I_{cw} = I_2 + I_1 \text{ (飽和)}$$

となる。

- 10 さらに、第2変曲点から第3変曲点までの間は、第1電流制限回路モジュール及び第2電流制限回路モジュールに流れる電流は飽和しているが、第3電流制限回路モジュールが動作して、FET3のドレイン電流 I_3 もモータ5に流れるので、モータ電流 I_{cw} は、

$$I_{cw} = I_3 + I_2 \text{ (飽和)} + I_1 \text{ (飽和)}$$

- 15 となる。

さらに、第3変曲点を過ぎてからは、第1電流制限回路モジュール、第2電流制限回路モジュール及び第3電流制限回路モジュールに流れる電流が飽和しているので、モータ電流 I_{cw} は、

$$I_{cw} = I_3 \text{ (飽和)} + I_2 \text{ (飽和)} + I_1 \text{ (飽和)}$$

- 20 となる。

次に、電流制限回路10、11の特性図(図8)における変曲点の位置の移動について説明する。以下、第1変曲点の移動について説明するが、他の変曲点もは同様に移動させることができるので、他の変曲点についての説明は省略する。

- 25 前述したように、VR1によって設定される分圧比(V_1/V_m)が変化することによって V_1-V_m 特性が変化する(図5)。すなわち、VR1による分圧比が小さいほど、 V_1 が飽和するときのモータ5の出力電圧 V_m が大きくなる。一方、VR1による分圧比が大きいほど、 V_1 が飽和するときのモータ5の出力電圧 V_m が小さくなる。つまり、VR1による分圧比が小さいほど変曲点は図中右側に移動し、分圧比が大きいほど変曲点は図中左側に移動する。

また、 $V_R 2$ によって設定される分圧比 (V_2 / V_1) が変化することによって、 $V_2 - V_1$ 特性が変化する (図 6)。すなわち、 $V_R 2$ による分圧比が小さいほど、 V_2 の飽和電圧が小さくなる。一方、 $V_R 2$ による分圧比が大きいほど、 V_2 の飽和電圧が大きくなる。つまり、 $V_R 2$ による分圧比が小さいほど変曲点
5 点は図中下側に移動し、分圧比が大きいほど変曲点は図中上側に移動する。

このように、第 1 の実施の形態の電磁ダンパ制御回路によると、モータ 5 が発生した電圧を分圧して FET 1 に流れるドレイン電流 I_1 を制御するので、外部から電源を供給することなく、電磁ダンパによる減衰力を制御することができる。

10 また、電流制限回路モジュール内の抵抗器を調整することで、電流制限回路モジュールの電流-電圧特性を変化させることができ、電磁ダンパによる減衰力を容易に制御することができる。

また、複数の電流制限回路モジュールを並列に接続して、電磁ダンパ制御回路を構成したので、電磁ダンパの動作速度 (モータ 5 の回転数) によって、所望の
15 減衰力を得ることができる。

図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態の電流制御回路 10、11 内の電流制限回路モジュールの回路図である。この第 2 の実施の形態では、前述した第 1 の実施の形態 (図 3) と異なり、シャントレギュレータに加えられる基準電圧を変えることによって、シャントレギュレータのレギュレート電圧を変えるものである。
20 なお、電流制限回路モジュール以外の電流制御回路 10、11 内の構成は、前述した第 1 の実施の形態と同じであるため、その説明は省略する。

モータ 5 が正方向 (CW) 又は逆方向 (CCW) に回転することによって発生した起電力は、電流制御回路の電流制限回路モジュール 24 に電圧 V_m として加えられる。電流制限回路モジュール 24 の正負の端子間には V_m を分圧する抵抗器 $V_R 7$ が接続されている。第 2 の実施の形態では、抵抗器 $V_R 7$ は可変抵抗器
25 によって構成されており、分圧比を変更できる。分圧された電圧 V_7 は、抵抗器 $V_R 7$ によって可変できる。抵抗器 $V_R 7$ の可動接点と負側端子との間にはシャントレギュレータ RG 4 が接続されており、シャントレギュレータのアノード・カソード間の電圧を、基準電圧によって定まる所定のレギュレート電圧 V_o より

上昇させないように制御している。

5 シャントレギュレータRG4の基準電圧端子と電流制限回路モジュール24の負端子側との間には抵抗器Rが接続されている。また、シャントレギュレータRG4の基準電圧端子と抵抗器VR7の可動接点との間には可変抵抗器VR9が接続されている。この抵抗器Rと可変抵抗器VR9とによって、Vmを分圧した電圧であるV7を分圧することでシャントレギュレータに加える基準電圧Vg4を生成している。すなわち、可変抵抗器VR9を可変することによって、V7の分圧比が変化して、シャントレギュレータに加わる基準電圧Vg4が変化する。

10 また、シャントレギュレータRG4には並列に可変抵抗器VR8が接続されており、シャントレギュレータのアノード・カソード間電圧を分圧して電界効果トランジスタFET4のゲート電圧V9を生成している。電界効果トランジスタFET4は電流制限回路モジュール24の正負端子間に接続されており、ゲート電圧V9によってドレイン電流I4を制御して、電流制限回路モジュール24に流れる電流を制御する。

15 以下、第2の実施の形態の電流制限回路モジュール24の動作について説明する。

20 モータ5が回転すると、その発電作用によって誘導起電力が発生し、出力電圧Vmが電流制限回路10、11（電流制限回路モジュール24）に加えられる。この電流制限回路モジュール24に加えられる電圧Vmはモータ5の回転数に比例して増加する。そして、シリンダ1がアウター2内を徐々に速度を増して移動して、モータ5の回転数が増加し、Vmが徐々に高くなると、抵抗器VR7によって分圧されたV7は、抵抗器VR7によって設定された分圧比に従って、電圧Vmに比例して上昇する。これに伴い、FET4のゲート電圧V9も、抵抗器VR8によって設定された分圧比に従って、抵抗器VR7によって分圧された電圧V7に比例して上昇する。

25 さらに、モータ5の回転数が増加して、電流制限回路モジュール24に加わる電圧Vmがさらに上昇しても、抵抗器VR7によって分圧された電圧V7がレギュレート電圧Voに達した後は、シャントレギュレータRG4の作用によって、抵抗器VR7によって分圧された電圧V7はレギュレート電圧Voに制限され飽

和状態となる。同様に抵抗器V R 8によって分圧された電圧V 9も、レギュレート電圧V o及びV R 8で設定される分圧比によって定まる上限値に制限され飽和状態となる。

このシャントレギュレータのレギュレート電圧V oはシャントレギュレータR G 4の基準電圧端子に加えられる電圧及び基準電圧端子に接続される抵抗比（V R 9／R）によって定まる。例えば、

$$V_o = (1 + V_{R9}/R) V_{g4}$$

によって与えられるレギュレート電圧を発生するシャントレギュレータが提供されており（例えば、テキサス・インスツルメンツ社のT L 4 3 1）、可変抵抗の抵抗値V R 9を変化させることで、シャントレギュレータのレギュレート電圧V oを変化させることができる。

V 9はF E T 4のゲート電圧なので、ゲート電圧V 9が飽和していない状態では、ゲート電圧V 9に応じてドレイン電流I 4が流れる。すなわち、ゲート電圧V 9が上昇するとF E T 4のドレイン電流I 4が増加して、モータ5に流れる電流I cwを増加させる。

このように、第2の実施の形態では、シャントレギュレータの基準電圧を変えることによって、レギュレート電圧V oを変化させることができ、F E T 4のゲート電圧の調整範囲が広がるので、ドレイン電流の調整範囲が広くなり、図8に示すI cw（又はI ccw）変曲点の調整範囲を広げることができる。よって、電磁ダンパの減衰力を設定できる範囲が広がる。

図10は、本発明の電磁ダンパ制御装置が適用される別な電磁ダンパの構成を示す図である。

図10に示す電磁ダンパは、前述したシリンダが直線運動をする電磁ダンパ（図1）と異なり、ヒンジのような揺動運動をする部位に適用されるものである。

図10に示す電磁ダンパは、固定部31と可動部32とが、モータ33を介して相対的に回動可能に接続されて構成されている。モータ33は、内部に磁石とソレノイドとを備えており、回転軸に設けられたソレノイドが磁石近傍を移動することによって、ソレノイドにはモータの回転速度に比例した誘導起電力が発生

する。すなわち、モータの本体ケース（ステータ）が固定部 3 1 に取り付けられており、モータの回転軸（ロータ）が可動部 3 2 に取り付けられている。そして、可動部 3 2 が固定部 3 1 に対して相対移動するとモータ 3 3 に誘導起電力が発生する。このときモータ 3 3 に流れる電流を、本発明に係る電磁ダンパ制御回路
5 で制御することによって、モータ 3 3 の回転方向と逆方向のトルクを制御して、揺動部の減衰力を制御することができる。

なお、この電磁ダンパでは、モータ 3 3 は大きなトルクを発生することが要求されるので、固定部 3 1 と胴部 3 2 との間に補助的なダンパ 3 4 を設けてもよい。さらに、ダンパに並列にバネ 3 5 を設け、固定部 3 1、可動部 3 2 を所定位置に保持するように構成するとよい。また、モータに減速機を設けてモータが発生するトルクを増幅して稼動部・固定部間に加えるように構成するとよい。
10

このように、図 1 0 に示す実施の形態では、直線運動を回転運動に変換する変換機構を設ける必要がないので、電磁ダンパを単純な構成とすることができる。

今回開示した実施の形態は、全ての点で例示であって制限的なものではない。
15 本発明の範囲は上記した発明の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び内容の範囲での全ての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用の可能性

20 本発明では、外部電源を加えることなく電磁ダンパの減衰力を制御することができるので、車両、建造物等に用いられる電磁ダンパの制御装置に適用することができる。特に、電源を供給することが困難な場所に設置される場合に有用である。

請求の範囲

1. 磁石が取り付けられた第1部材と、ソレノイドが取り付けられた第2部材とが相対回転可能に組み合わされ、前記第1部材と前記第2部材との相対回転運動によってソレノイドにより誘起される電磁力を運動減衰力として利用する電磁ダンパ用の電磁ダンパ制御装置において、

前記第1部材と前記第2部材との相対回転運動により前記ソレノイドに生じる電圧によって動作する電流制限素子を設け、

前記電流制限素子は、前記ソレノイドに生じる電圧に基づいて、前記ソレノイドに流れる電流を所定の値に制御して、前記電磁ダンパの減衰力を制御することを特徴とする電磁ダンパ制御装置。

2. 前記電磁ダンパ制御装置は、前記電流制限素子を備えた電流制限回路が複数並列に接続されて構成され、

前記電流制限回路は、前記ソレノイドに流れる電流を所定の値に制御する電圧が異なって設定されていることを特徴とする請求項1に記載の電磁ダンパ制御装置。

3. 前記電磁ダンパ制御装置は、定電圧を生成する定電圧素子と、前記ソレノイドに流れる電流を一定の値に制御する電流制限素子とを備えた電流制限回路を含んで構成され、

前記ソレノイドに生じる電圧が所定の値に至ると前記定電圧素子が生成する一定の電圧を前記電流制限素子に加えて、前記電流制限素子に流れる電流を一定の値に制御することを特徴とする請求項1に記載の電磁ダンパ制御装置。

4. 前記電流制限回路には、前記定電圧素子が生成する定電圧を設定する設定回路を設けたことを特徴とする請求項3に記載の電磁ダンパ制御装置。

5. 前記定電圧素子はシャントレギュレータで構成され、前記電流制限素子は電界効果トランジスタで構成されており、

前記ソレノイドに生じる電圧が所定の値を超えると前記シャントレギュレータによって定電圧が生成され、該定電圧を前記電界効果トランジスタのゲートに加えて、前記電流制限素子のソース・ドレイン間に流れる電流を一定値に制御することを特徴とする請求項3に記載の電磁ダンパ制御装置。

6. 前記定電圧素子を構成するシャントレギュレータは、少なくとも、高電圧側に接続される第1端子と、低電圧側に接続される第2端子と、前記シャントレギュレータの動作の基準電圧を与える基準電圧端子とを有し、

5 前記電流制限回路には、前記基準電圧端子と前記第1端子又は前記第2端子との間に可変抵抗素子を接続して、前記シャントレギュレータが生成する定電圧を設定する設定回路を設けたことを特徴とする請求項5に記載の電磁ダンパ制御装置。

7. 前記第1部材をステータとし、前記第2部材をロータとして構成したモータと、

10 直線運動するシリンダと、前記シリンダに螺合する回転部材によって該直線運動を回転運動に変換する運動変換部材と、を備え、

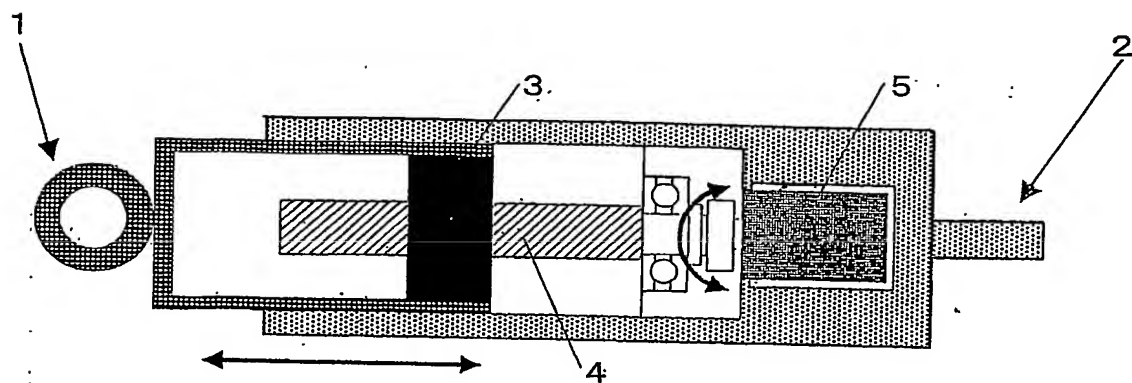
前記回転部材を前記ロータ又は前記ステータのいずれか一方に連結し、前記シリンダの移動によって前記モータを回転させ、請求項1に記載の電磁ダンパ制御装置によって、前記ロータ・ステータ間に作用する電磁力を用いて減衰力を発生
15 するようにした電磁ダンパ。

8. 前記第1部材をステータとし、前記第2部材をロータとして構成したモータと、

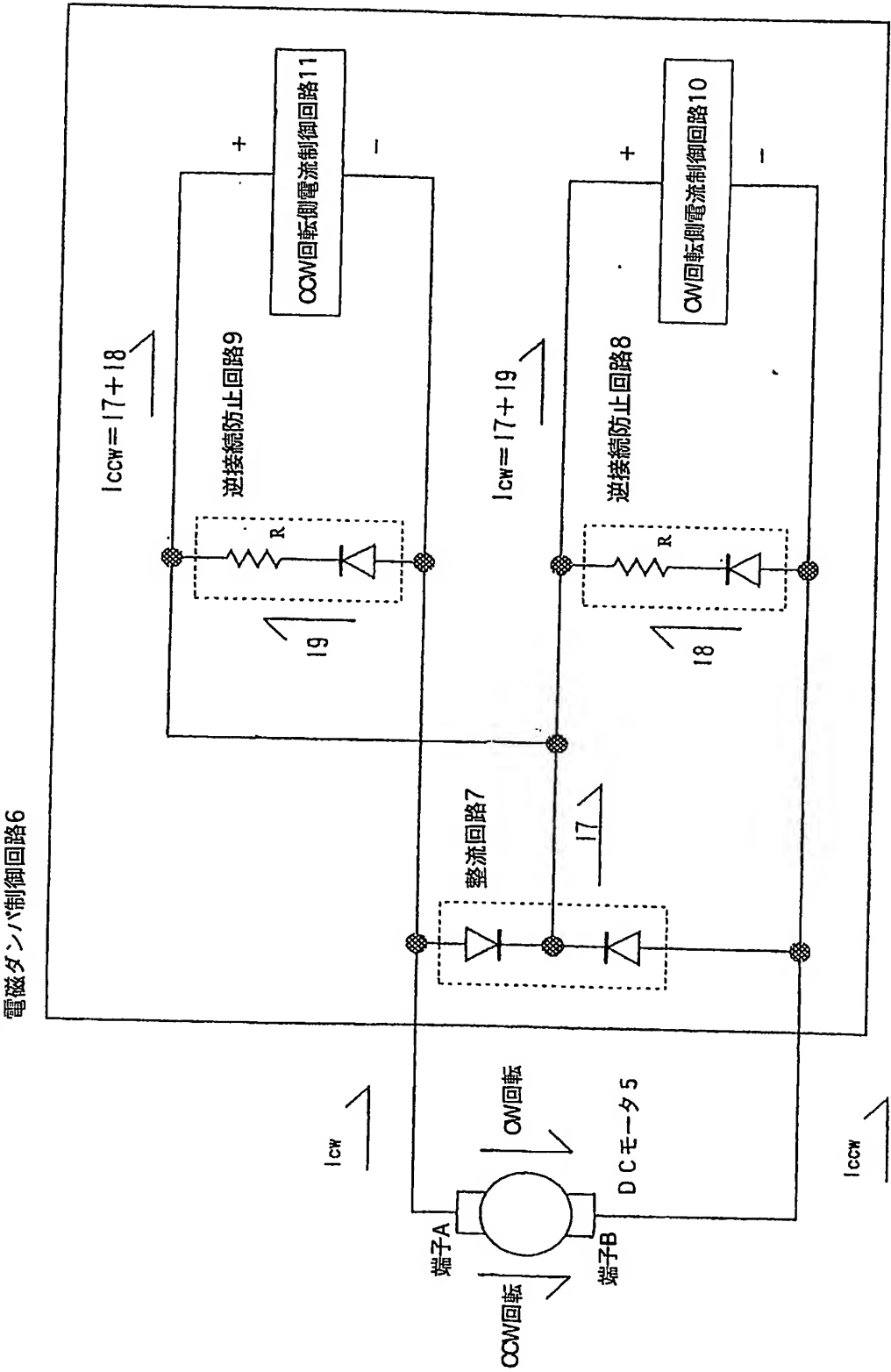
前記ロータ又は前記ステータのいずれか一方に連結されたアーム部材と、前記ロータ又はステータの他方に連結された固定部材と、前記アーム部材と前記固定
20 部材との間に介装した補助ダンパと、を備え、

前記アーム部材の揺動運動によって前記ロータ又は前記ステータの一方を回転させ、請求項1に記載の電磁ダンパ制御装置によって、前記モータに作用する電磁力を用いて減衰力を発生するようにした電磁ダンパ。

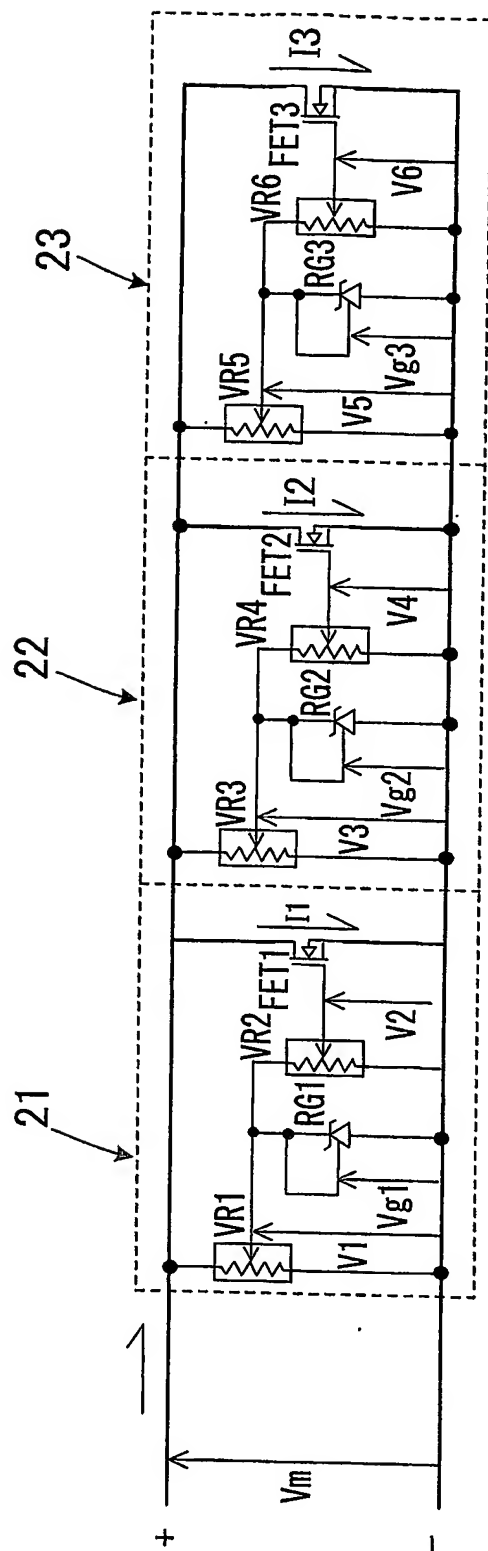
第1図



第 2 図

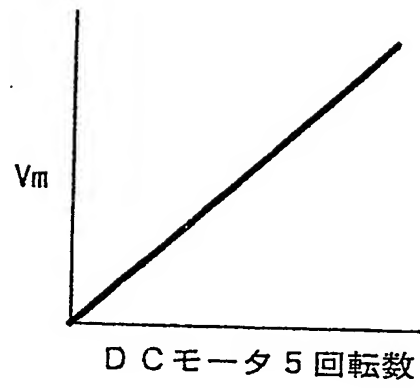


第 3 図



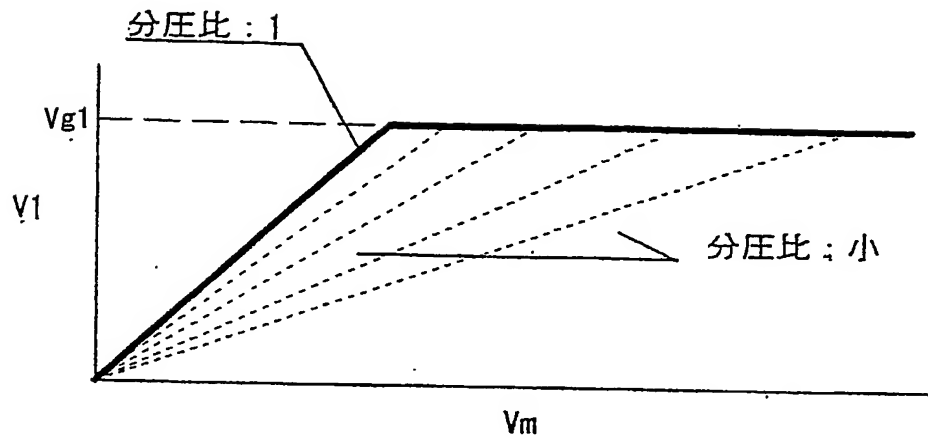
4/10

第 4 図



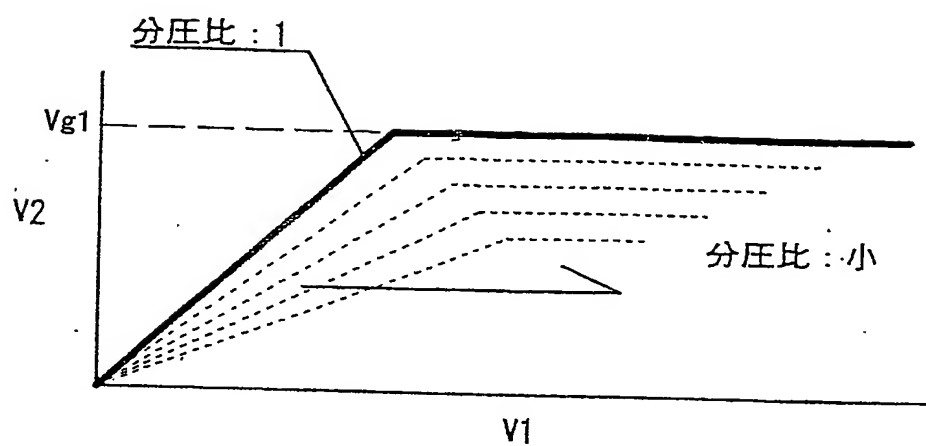
5/10

第 5 図



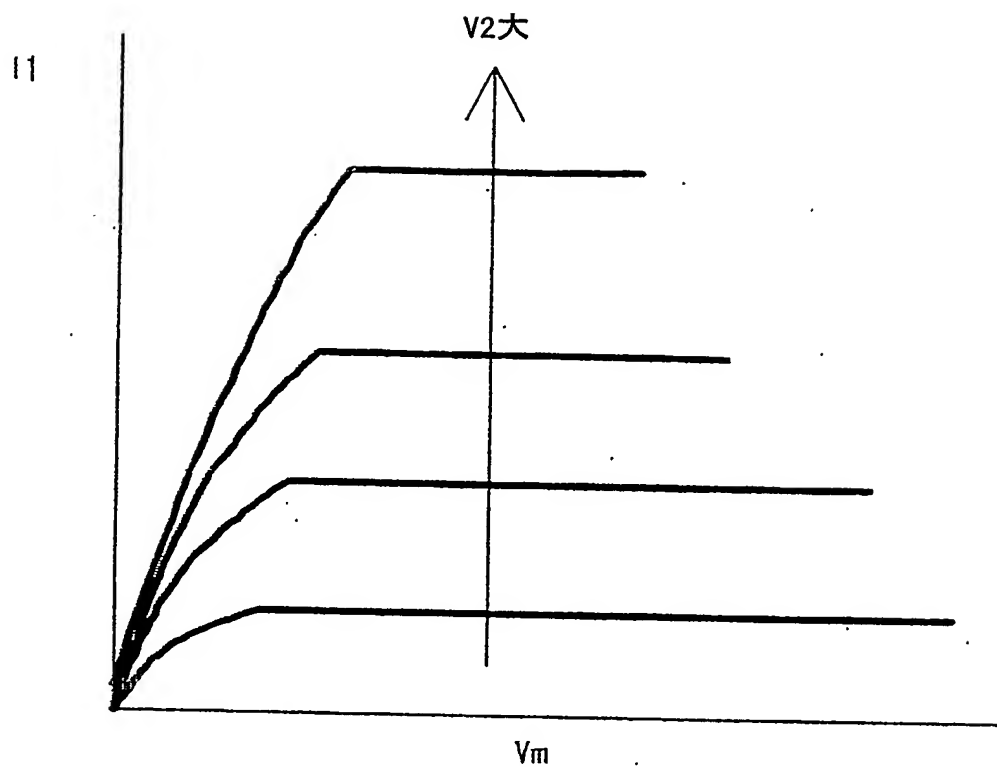
6/10

第6図



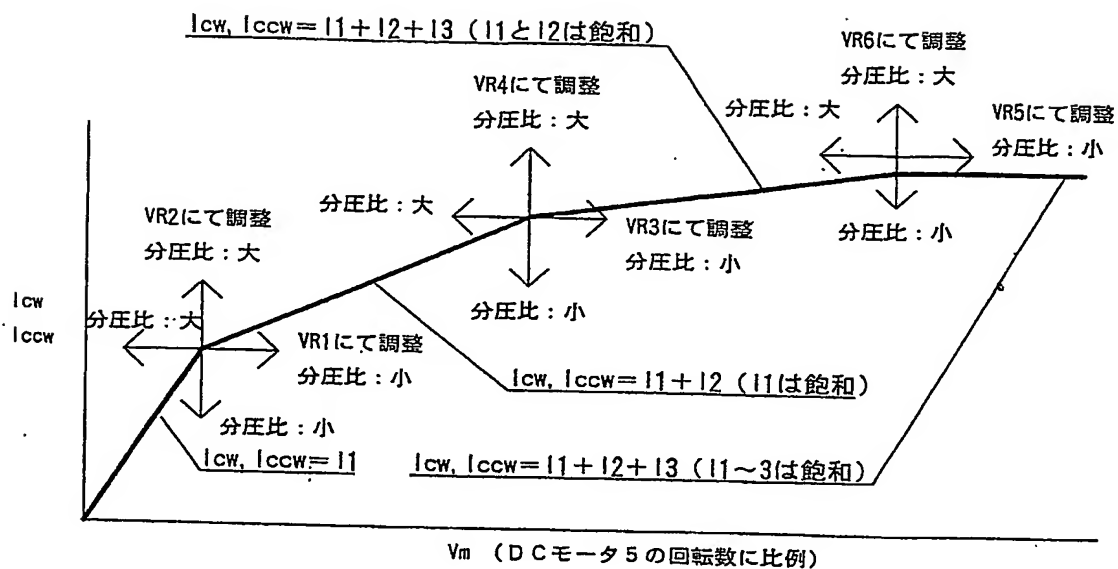
7/10

第7図

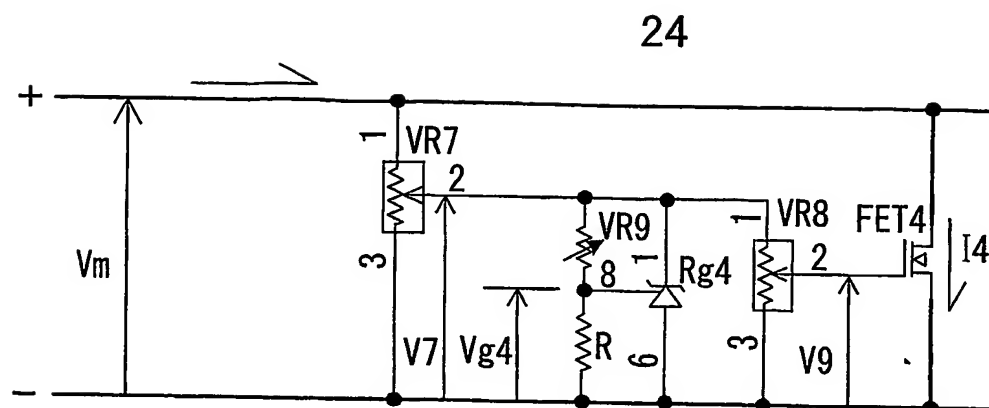


8/10

第 8 図

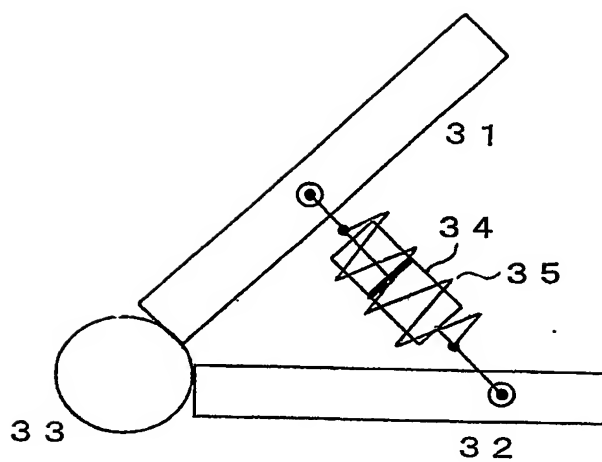


第 9 図



10/10

第 1 0 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F16F15/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F16F15/03, H02K7/06, H02P7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 57-144383 A (NHK Spring Co., Ltd.), 06 September, 1982 (06.09.82), Full text; all drawings (Family: none)	1, 7 8 2-6
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 180045/1984 (Laid-open No. 94676/1986) (SANWA TEKKI CORP.), 18 June, 1986 (18.06.86), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1, 7 8 2-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
16 October, 2003 (16.10.03)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2003 (04.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09736

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 07-167207 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 July, 1995 (04.07.95), Par. No. [0010]; all drawings (Family: none)	8
A	JP 10-66258 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 06 March, 1998 (06.03.98), Par. No. [0020]; Fig. 2 (Family: none)	2-6
A	JP 08-213853 A (Japan Radio Co., Ltd.), 20 August, 1996 (20.08.96), Par. Nos. [0006], [0007]; Fig. 1 (Family: none)	2-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16F15/03

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16F15/03 H02K7/06 H02P7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 57-144383 A (日本発条株式会社) 1982.09.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 7 8 2-6
X Y A	日本国実用新案登録出願59-180045号 (日本国実用新案登録出願公開61-94676号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三和テツキ株式会社) 1986.06.18, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1, 7 8 2-6
Y	JP 07-167207 A (三菱重工業株式会社)	8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.10.03

国際調査報告の発送日 04.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤井 昇



3W

3113

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (1998年7月)